

07/2/03

PATENT APPLICATION

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re Application of : Hubert REMMLINGER, Robert INGENBLEEK,  
Serial no. : Gabriele SCHUWERK and Rolf SCHMITZ  
For : METHOD AND DEVICE FOR MACHINE  
DIAGNOSIS, ESPECIALLY FOR  
TRANSMISSION DIAGNOSIS  
Docket : ZAHFRI P521US

**MAIL STOP PATENT APPLICATION**  
**Commissioner of Patents**  
**P. O. Box 1450**  
**Alexandria, VA 22313-1450**

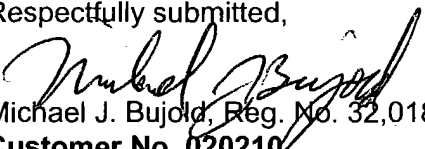
**SUBMISSION OF CERTIFIED COPY**

Dear Sir:

A claim for priority is hereby made under the provisions of 35 U.S.C. § 119 for the above-identified United States Patent Application based upon German Patent Application No. 102 30 757.1 filed July 9, 2002. A certified copy of said German application is enclosed herewith.

In the event that there are any fee deficiencies or additional fees are payable, please charge the same or credit any overpayment to our Deposit Account (Account No. 04-0213).

Respectfully submitted,

  
Michael J. Bujold, Reg. No. 32,018  
**Customer No. 020210**  
Davis & Bujold, P.L.L.C.  
Fourth Floor  
500 North Commercial Street  
Manchester NH 03101-1151  
Telephone 603-624-9220  
Facsimile 603-624-9229  
E-mail: patent@davisandbujold.com

# BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND



## Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

**Aktenzeichen:** 102 30 757.1

**Anmeldetag:** 09. Juli 2002

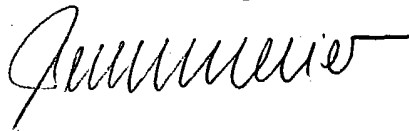
**Anmelder/Inhaber:** ZF Friedrichshafen AG,  
Friedrichshafen/DE

**Bezeichnung:** Verfahren und Einrichtung zur Maschinendiagnose  
und insbesondere zur Getriebediagnose

**IPC:** G 01 M, G 01 N

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 16. August 2002  
**Deutsches Patent- und Markenamt**  
Der Präsident  
Im Auftrag



Waasmaier

Verfahren und Einrichtung zur Maschinen-  
diagnose und insbesondere zur Getriebediagnose

5 Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur  
Maschinendiagnose und insbesondere zur Getriebediagnose für  
eine Maschine bzw. ein Kraftfahrzeug gemäß dem Oberbegriff  
des Patentanspruchs 1. Des Weiteren betrifft die Erfindung  
eine Einrichtung zur Durchführung des Verfahrens.

Bei modernen Maschinen und Nutzfahrzeuggetrieben wird  
heutzutage eine Lebensdauerbefüllung mit Maschinenöl bzw.  
Getriebeöl angestrebt, wobei beispielsweise eine typische  
Kilometerleistung mit einem dieser verwendeten Getriebe in  
15 der Größenordnung von 1 Million Kilometer liegt.

Das Maschinenöl bzw. Getriebeöl dient zur Schmierung  
und Kühlung von sämtlichen Maschinenelementen. Da es nie  
gewechselt wird, ist es hervorragend zur Maschinen- bzw.  
20 Getriebediagnose geeignet, da im Öl im Laufe der Zeit Ab-  
riebpartikel jeglicher Art gespeichert werden. Folglich  
gibt die Analyse des Maschinen- bzw. Getriebeöls Aufschluß  
über den Zustand der Maschine bzw. des Getriebes.

25 Hierbei ist der ferritische Abrieb von besonders gro-  
ßer Bedeutung, da bei nahezu jeder sich anbahnenden Schäd-  
igung z. B. Wälzlagerverschleiß, Pittingbildung in der Ver-  
zahnung bis hin zum Zahnbruch, Planetenträgerbolzenver-  
schleiß usw. ferritischer Abrieb alleine oder in Kombinati-  
30 on mit anderen Verschleißarten (Buntmetallverschleiß, Mo-  
lybdänzerrüttung, etc.) entsteht.

Nach dem Stand der Technik existiert derzeit ein in der WO 02/46744 offenbartes Öldiagnosesystem der Anmelderin, das ferritische Verschleißmetalle mittels eines auf dem Hall-Effekt basierenden Abriebsensor nachweist. Dieses Messsystem befindet sich in einem ölführenden Kanal eines Getriebes oder einer Maschine. Es ist als Sensor in einem zweiteiligen Sensorgehäuse ausgebildet. In dem Oberteil des Sensorgehäuses ist ein Hallsensor angeordnet. Der Hallsensor detektiert den ferritischen Abrieb, der sich auf dem Fangmagneten im Unterteil des Sensorgehäuses ansammelt.

Derartige Öldiagnosesysteme unterliegen einer ständigen Weiterentwicklung, da beispielsweise die Montage des zweiteiligen Gehäuses in dem Ölkanal relativ schwierig durchführbar ist. Weiteres Entwicklungspotenzial liegt in der Ausführung der elektrischen Versorgung des Sensors. Beispielsweise ist es äußerst wichtig, die Versorgungsspannung des Hallsensors stabil zu halten, damit keine fehlerhaften Schwankungen im Messsignal auftreten.

Der vorliegenden Erfindung liegt demnach die Aufgabe zugrunde, ausgehend von dem eingangs erwähnten Stand der Technik ein Verfahren zur Maschinendiagnose und insbesondere zur Getriebediagnose anzugeben, welches Eisenabrieb selektiv erfasst und eine Online-Diagnose des Maschinen- bzw. Getriebezustandes ermöglicht. Des weiteren soll eine Einrichtung zur Durchführung des Verfahrens angegeben werden.

Die Lösung der vorgenannten Aufgabe erfolgt mit den in dem unabhängigen Anspruch 1 angegebenen Merkmalen. Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen sind in den abhängigen Ansprüchen angegeben.

Das erfindungsgemäße Messsystem besteht aus einem Fangmagneten mit einem parallel gegenüber angeordneten Reed-Kontakt. Das Messsystem wird einem ölführenden Kanal eines Getriebes oder einer Maschine eingebaut. Der Ölstrom, der im Kanal fließt, ist mit ferromagnetischen Partikeln verunreinigt. Die örtliche Verteilung dieser Partikel ist für die Funktion des Sensors unerheblich. Auf der Unterseite des ölführenden Kanals befindet sich ein Fangmagnet, der die ferritischen Abriebpartikel aus dem Öl sammelt. Der Fangmagnet wird so in dem ölführenden Kanal platziert, dass sich die ferritischen Abriebpartikel ablagern können. Durch die Ablagerung der ferritischen Abriebpartikel wird der magnetische Fluss, welcher durch einen Reed-Kontakt geht, verändert. Der Reed-Kontakt befindet sich gegenüber des Fangmagneten, welcher je nach Höhe des Magnetflusses geschlossen oder offen ist.

Sobald sich eine bestimmte Menge von ferritischen Abriebpartikel auf dem Fangmagneten anlagert, kommt es zu einem magnetischen Kurzschluss. Das bedeutet, dass die magnetischen Feldlinien direkt über die angelagerten ferritischen Abriebpartikel vom Nordpol zum Südpol des Fangmagneten verlaufen. Mit anderen Worten wird das Magnetfeld vom Reedkontakt abgeschirmt. Dies hat zur Folge, dass der Reed-Kontakt bei einem definierten Schwellwert öffnet. Der Schwellwert ist abhängig von der Menge der angelagerten Eisenpartikel. Da die Menge der Partikel sehr groß werden kann, muss man den Reed-Kontakt so anordnen, dass die magnetischen Streufelder der Partikel auf ein Minimum reduziert werden. Ansonsten wird der Fangmagnet zum Reed-Kontakt hin verlängert und die Änderung des Flusses ist nicht detektierbar. Mit der Definition des Schwellwertes lässt sich festlegen, wann eine Wartung bzw. eine Überprü-

fung des Getriebes notwendig ist. Mit dem Schalten des Reed-Kontaktes wird eine binäre Information bereitgestellt, mit der sich eine solche Wartung/Überprüfung verbinden lässt.

5

Weitere Vorteile der erfindungsgemäßen Vorrichtung sind:

- Die Funktionsweise ist unabhängig vom Transportfluid.
- Die Funktionsweise ist unabhängig vom Kanalquerschnitt.
- Die Funktionsweise ist weitgehend unabhängig von der Reynoldszahl und von Lufteinschlüssen im Transportfluid.
- 15 - Die Konstruktion der Vorrichtung ist robust und weist somit eine hohe Lebensdauer auf.
- Die Herstellungskosten und Betriebskosten sind gering.
- Es ist eine online-Getriebe/Maschinendiagnose möglich.

20

Das binären Messsignal der erfindungsgemäßen Vorrichtung dient als rechtzeitige Information über den erhöhten Verschleiß von ferritischen beweglichen Teilen eines Getriebes bzw. Maschine. Diese Information kann als Warnung genutzt werden, welche eine noch nicht sichtbare Beschädigung erkennt und einen möglichen künftigen Totalausfall des Getriebes bzw. der Maschine vermeidet. Sowohl Reparaturkosten/Wiederbeschaffung des Getriebes bzw. der Maschine, selbst ein möglicher Verdienstausschlag, der bei gewerblich genutzten Fahrzeugen entsteht, können durch die erfindungsgemäße Vorrichtung erheblich reduziert werden. Weiterhin führt die erfindungsgemäße Vorrichtung, beispielsweise für ein Getriebe in einem Kraftfahrzeug, zu einer erhöhten Si-

25

30

cherheit durch die Vermeidung eines Getriebeschadens während der Fahrt.

Die Erfindung wird im folgenden anhand der beigegeführten Figur näher erläutert. Die Figur zeigt eine schematische Darstellung des Aufbaus und die Funktionsweise der Erfindung.

In der Figur ist ein Längsschnitt durch ein Teilstück eines ölführenden Kanals 4 eines Getriebes gezeigt. Auf der Unterseite des ölführenden Kanals 4 ist ein Fangmagnet, bzw. Permanentmagnet 2 angeordnet. Gegenüber diesem Permanentmagnet 2, an der Oberseite des ölführenden Kanals 4, befindet sich ein Reed- Kontakt 1. Wie in der Figur dargestellt, treten magnetische Feldlinien 5 aus dem Permanentmagneten 2 aus, welche den Querschnitt des ölführenden Kanals durchdringen. Ferritische Abriebpartikel 3, welche sich im Ölstrom 6 befinden, werden vom Permanentmagneten 2 angezogen und auf dessen Oberfläche zur Anlage gebracht. Befinden sich genügend ferritische Abriebpartikel 3 auf der Oberfläche des Permanentmagneten 2, fließen die magnetischen Feldlinien die direkt durch die ferritischen Abriebpartikel 3 vom Nordpol zum Südpol. Das hat zur Folge, dass die Dichte der magnetischen Feldlinien, die sog. magnetische Flussdichte, im Querschnitt des ölführenden Kanals 4 abnimmt. Diese Veränderung der magnetischen Flussdichte wird von dem Reed- Kontakt 1 dahingehend erfasst, dass bei Über- bzw. Unterschreitung eines bestimmten Schwellwertes der Reed-Kontakt öffnet bzw. schließt. Mit dem Schalten des Reed- Kontaktes wird ein binäres Messsignal generiert, welches sich für die Überprüfung des Zustandes des Getriebes eignet.

Bezugszeichen

- |   |   |                            |
|---|---|----------------------------|
|   | 1 | Reed-Kontakt               |
| 5 | 2 | Fangmagnet                 |
|   | 3 | Ferritische Abriebpartikel |
|   | 4 | Ölführender Kanal          |
|   | 5 | Magnetische Feldlinien     |
|   | 6 | Ölstrom                    |



P a t e n t a n s p r ü c h e

1. Verfahren zur Maschinendiagnose und insbesondere  
5 zur Getriebediagnose mittels der Analyse des Maschinen-  
bzw. Getriebeöls und insbesondere zur Detektierung von fer-  
ritischen Abriebpartikel, dadurch g e k e n n z e i c h -  
n e t , dass ein Reed-Kontakt (1) verwendet wird, dessen  
Ausgangssignal ein Maß für den Zustand der Maschine bzw.  
Getriebe ist.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch g e k e n n -  
z e i c h n e t , dass als Messsystem ein Sensor verwen-  
det wird, der in einem ölführenden Kanal (4) einer Maschine  
15 bzw. Getriebe eingebaut ist, wobei auf der Unterseite des  
ölführenden Kanals (4) ein Fangmagnet (2) und auf der Ober-  
seite des ölführenden Kanals (4) ein Reed-Kontakt angeord-  
net ist.

3. Verfahren nach Anspruch 1 und 2, dadurch g e -  
k e n n z e i c h n e t , dass der Fangmagnet eine mag-  
netische Flussdichte über den Querschnitt des ölführenden  
Kanals (4) hinweg erzeugt, welche sich durch die Anlagerung  
der zu detektierenden ferritischen Abriebpartikel (2) auf  
25 der Oberfläche des Fangmagneten (2) verändert und diese  
Veränderung von dem Reed-Kontakt (1) derart erfasst wird,  
dass ein binäres Messsignal erzeugt wird, welches ein Maß  
für den Zustand der Maschine bzw. Getriebes ist.

4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch g e k e n n -  
z e i c h n e t , dass die Effektivität und Empfindlich-  
keit des Sensors mittels der Positionierung und den techni-  
schen Eigenschaften von Fangmagnet (2) und Reed-Kontakt (1)

einstellbar ist und damit der Sensor an unterschiedliche Umgebungen adaptierbar ist.

5        5. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüchen, dadurch g e k e n n z e i c h n e t , dass als Fangmagnet (2) ein Permanentmagnet oder ein Elektromagnet eingesetzt wird.

15        6. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch g e k e n n z e i c h n e t , dass an der Unterseite des ölführenden Kanals (4) ein Fangmagnet (2) angeordnet ist, auf dessen Oberfläche sich die zu detektierenden ferritischen Abriebpartikel (3) anlagern und an der Oberseite des ölführenden Kanals (4) ein Reed-Kontakt (1) angeordnet ist, dessen binäres Ausgangssignal ein Maß für den Zustand der Maschine bzw. des Getriebes ist.

20        7. Vorrichtung nach Anspruch 6, dadurch g e k e n n z e i c h n e t , dass der Fangmagnet (2) ein Permanentmagnet oder Elektromagnet ist.

Zusammenfassung

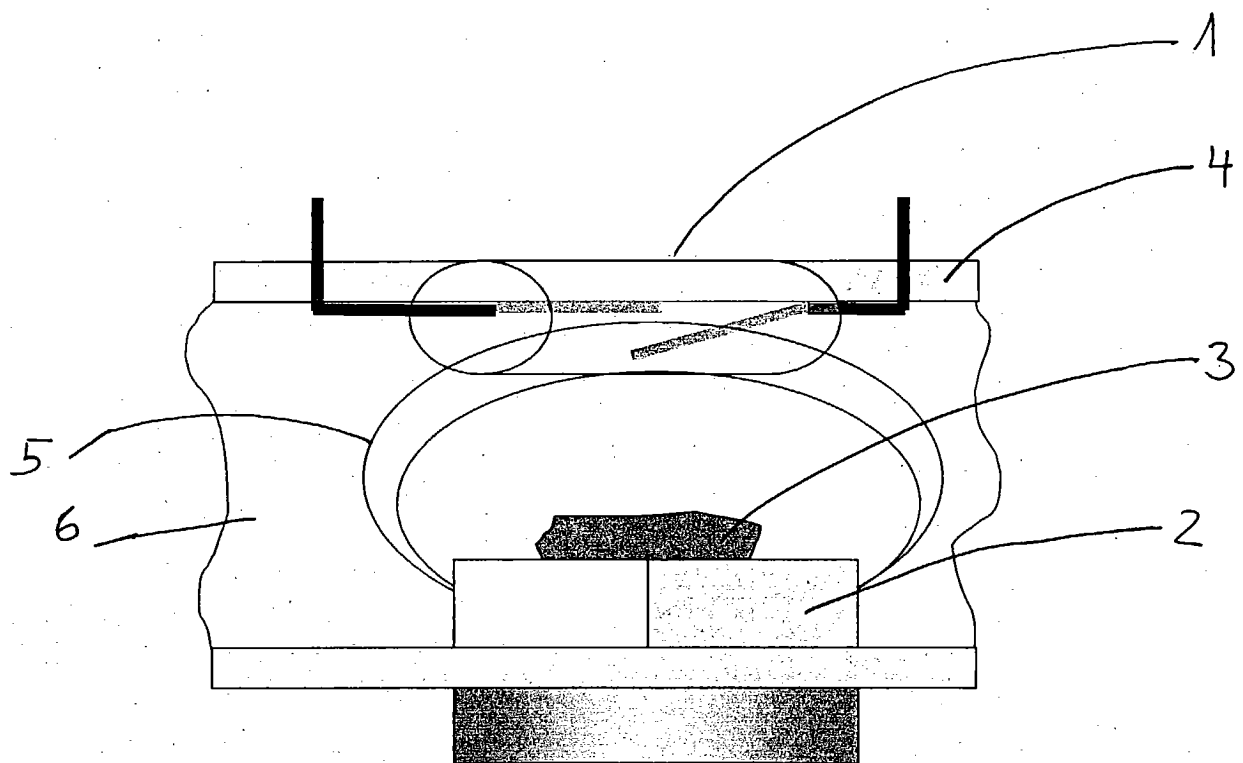
5

Verfahren und Einrichtung zur Maschinen-  
diagnose und insbesondere zur Getriebediagnose

15

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur Maschinendiagnose und insbesondere zur Getriebediagnose für eine Maschine bzw. ein Kraftfahrzeug. Das erfindungsgemäße Messsystem beinhaltet einen Fangmagneten (2), auf dessen Oberfläche sich die zu detektierende ferritische Abriebpartikel (3) anlagern. Das binäre Messsignal liefert ein Reed-Kontakt (1), welcher gegenüber dem Fangmagneten (2) angeordnet ist. Dieses Messsignal ist ein Maß für den Zustand der Maschine bzw. des Getriebes.

Figur



**Fig.**